

УДК 576.895.775 : 591.526

ЗАВИСИМОСТЬ РЕПРОДУКТИВНОЙ СПОСОБНОСТИ  
У БЛОХ ОТ ПОВТОРНОСТИ СПАРИВАНИЯ  
(ARHANIPTERA)

И. В. Чумакова, Ф. И. Токанев, М. П. Козлов

Научно-исследовательский противочумный институт Кавказа и Закавказья,  
г. Ставрополь

Разработана методика изучения повторного спаривания и оплодотворения у блох с помощью изотопов. Включением в состав сперматозоидов аминокислот, меченых изотопами, показано, что оплодотворение у блох происходит и при повторных спариваниях с новыми самцами, несмотря на присутствие в семяприемниках спермы от первого спаривания. Это способствует увеличению числа откладываемых яиц самками в течение их жизни и выхода потомства. При отсутствии повторного спаривания яйцекладка постепенно снижается у блох, что, вероятно, связано с истощением запаса спермы в семяприемниках.

Развитие биологических методов борьбы с насекомыми требует знания не только внешних, но и внутренних факторов, определяющих свойства популяции, как основной структурной единицы вида. Наиболее важным из популяционных свойств, по мнению Одума (1968), является плотность, скорость роста, показатели смертности и рождаемости. Степень их изученности у насекомых разных видов не одинакова.

Известно, что показатель рождаемости или размножаемости популяции зависит от ряда факторов, одним из которых является кратность спариваний. Установлено, что у некоторых полигамных насекомых сперматозоиды от повторного спаривания более активно оплодотворяют яйцеклетку. Так, например, отмечено, что у хлопкового долгоносика сперматозоиды от повторного оплодотворения используются чаще, чем от первого (Ла Брек, Смит, 1971). Но для многих видов насекомых, в том числе и полигамных, достаточно и одного оплодотворения, чтобы они откладывали яйца в течение всей жизни. Что касается блох, то этот вопрос является слабо изученным. На основании данных Бэкота (Bacot, 1915) Иофф (1941) указывает, что *Pulex irritans* после одного спаривания способны откладывать яйца в течение 65 дней. Suter (1964) также показал, что для блох *Echidnophaga gallinacea* достаточно одного оплодотворения для яйцекладки, которая уменьшается по мере расходования запасов спермы.

Целью наших исследований было выяснение зависимости репродуктивной способности у блох от повторного спаривания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Опыты проводили на двух видах блох *Xenopsylla cheopis* Roths, *Ceratophyllus tesquorum* W. лабораторных популяций. Определение потенциальной способности самцов блох к оплодотворению в зависимости от возраста определяли на примере *X. cheopis*. К одному самцу на сутки подсаживали по 10 непитавшихся самок 4—5-дневного возраста ежедневно и содержали на прокормителе — белой мыши. Отсаженных через сутки самок препарировали под микроскопом и в семяприемниках определяли

наличие спермы. К другому такому же самцу также подсаживали ежедневно по 10 самок, затем отсаживали их в банки, на дне которых помещали салфетки из черной бязи, выдерживая их на прокормителях, подсчитывая ежедневно количество отложенных яиц. Ежедневная смена банок и салфеток позволяет определять не только количество отложенных яиц в среднем на одну самку в день, но и процент выхода личинок. Всего было изучено 5 самцов, в течение 23 дней их жизни. Самцов, погибших до этого срока, из опыта исключали.

Повторность спаривания определяли с помощью изотопа. Самцов блох, питавшихся кровью с изотопом  $C^{14}$  аденин-8 через биомембрану, подсаживали к самкам ранее не питавшимся и не спаривавшимся 5-дневного возраста и к самкам уже приступившим к откладке яиц после предварительного спаривания с нормальными самцами. В последующем у самцов и самок, содержащихся с «изотопными» самцами в различные сроки их жизни радиографически определяли наличие изотопа.

Роль повторного спаривания в репродуктивной способности у блох определяли по откладке яиц и выходу личинок и имаго. С этой целью во избежание спаривания у блох до их питания на прокормителях самок и самцов получали из коконов, содержащихся индивидуально в пробирках с песком. Затем отбирали по 100 самок и самцов и подсаживали их на 3 дня вместе на прокормителя. После этого отбирали самок явно готовых к кладке яиц и рассаживали их по группам — одних с самцами, других без самцов для дальнейшего наблюдения за их репродуктивной способностью. Самцов к таким самкам подсаживали в разные сроки: сразу, через 5, 10, 15 и 20 дней, в каждом случае оставляя их до конца наблюдения.

Опыты проводились при температуре 26—28° и относительной влажности 75—85%. Прокормителями служили для блох *X. cheopis* белые мыши, для *C. tesquorum* — золотистые хомячки. Критерием оценки численности потомства в опытах с *X. cheopis* были среднее количество яиц, отложенных одной самкой, и выход личинок. В опытах с *C. tesquorum* плодовитость учитывали по выходу имаго, используя методику, предложенную Buxton (1948).

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате исследований установлено, что самцы блох способны спариваться и оплодотворять самок ежедневно в течение всего периода наблюдений, составившего 23 дня. При этом самки откладывают оплодотворенные яйца, выход из которых с возрастом самцов не снижается. Каждый самец в течение суток способен оплодотворить от 1 до 9 самок. Количество оплодотворенных самок изменялось по дням и по мере увеличения возраста самцов число их снижалось (табл. 1).

Установлено также, что у самок, оплодотворенных в первые дни, семяприемники были наполнены спермой предельно полно. С увеличением возраста самцов, что наблюдается уже с 14-го дня в семяприемниках самок сперматозоидов обнаруживается меньше. Эти особенности характерны и для других насекомых. Так, по данным Лефлера и Джонсона (цит. по: Ла Брек и Смит, 1971), дрозофилы переносят все меньше спермы после 2-го и 3-го и особенно после 5-го спаривания.

С помощью изотопной метки удалось установить, что самцы блох *X. cheopis* способны не только переносить сперматозоиды в семяприемник ранее спарившихся самок, но и оплодотворять развивающиеся яйце-клетки. У самцов после разового их питания кровью с изотопом, последний обнаруживался нами до 30 дней (срок наблюдения). При подсадке таких самцов к интактным самкам и самкам, оплодотворившимся ранее другими самцами, изотоп обнаруживался в семяприемниках, в отложенных яйцах и вышедших из них личинках, выращенных в условиях исключающих заражение их через фекалии блох (табл. 2).

Изучение влияния повторных спариваний на репродуктивную активность блох показало, что для откладки яиц в течение всего срока наблю-

Таблица 1

Показатели потенциальной способности самцов *X. cheopis*  
в оплодотворении самок в зависимости от возраста  
(в каждом опыте под наблюдением было по 5 самцов)

Возраст самцов	Всего самок со спермой	Оплодотворено самок одним самцом в день
5-дневные	7	1.4
6 »	16	3.3
7 »	41	8.2
8 »	42	8.4
9 »	39	7.8
10 »	15	3.0
11 »	23	4.6
12 »	6	1.2
13 »	45	9.0
14 »	5	1.0
15 »	17	3.4
16 »	6	1.2
17 »	22	4.4
18 »	11	2.2

П р и м е ч а н и е. Каждому самцу в день подсаживалось по 10 самок.

Таблица 2

Сведения о переносе самцами изотопа со спермой при их спаривании с интактными и откладывающими яйца самками

Исследуемый объект	Всего блоков в опыте	Дни							Итого блоков с изотопом, в %
		3-й	5-й	10-й	15-й	20-й	25-й	30-й	
Самцы, питавшиеся кровью с изотопом	111	10* 10	10 10	16 16	18 17	20 19	20 20	17 17	98.1
Самки интактные после спаривания с изотопными самцами	59	—	20 19	10 10	10 9	9 9	10 9	—	94.9
Самки после повторного спаривания с изотопными самцами	79	—	10 5	27 19	10 5	7 6	25 21	—	70.8
Яйца от самок блоков после повторного спаривания	56	—	—	56** 50	—	—	—	—	89.2
Личинки от самок блоков после повторного спаривания	36	—	—	36** 31	—	—	—	—	86.1

\* В числителе — число исследованных блоков, в знаменателе — число исследованных блоков, оказавшихся с изотопом.

\*\* Яйца и личинки получены от блоков на 10-й день после спаривания с изотопными самцами.

дения у блоков *X. cheopis* было достаточно одного спаривания. Однако при постоянном совместном содержании самок и самцов их репродуктивная активность выше (табл. 3).

Из табл. 3 видно также, что подсадка самцов к самкам с 10-го дня, если до этого они содержались после первого спаривания без самцов, уже не увеличивала откладку яиц. Однако следует заметить, что ни со-

держение самок с самцами, ни содержание их после спаривания без самцов, ни повторная подсадка в разные сроки самцов не сказываются отрицательно на проценте выхода личинок из яиц.

Такая же закономерность обнаруживается и у *C. tesquorum* при определении репродуктивной способности их по выходу имаго. При постоянном содержании самок с самцами в среднем на одну самку получен приплод выше, чем у самок отсаженных от самцов после оплодотворения.

Таблица 3  
Влияние повторных спариваний на откладку яиц  
и выход личинок у блох *X. cheopis* (по средним 3 опытов)

Наименование	При постоянном содержании самок с самцами	После спаривания самки содержались без самцов	При подсадке самцов к оплодотворенным самкам на:			
			5-й день	10-й день	15-й день	20-й день
Всего блох в опыте	50	50	40	30	40	40
Длительность жизни самок в днях (суммарная)	415	442	386	276	351	277
Количество яиц на одну самку в день ( $M \pm m$ )	1.9 $\pm$ 0.5	1.0 $\pm$ 0.3	1.3 $\pm$ 0.6	0.7 $\pm$ 0.1	0.7 $\pm$ 0.2	0.8 $\pm$ 0.2
Процент отрождения личинок	43.2	36.4	58.1	46.3	55.8	48.4

При этом в первые 5 дней показатель выхода имаго в потомстве в среднем на одну самку примерно одинаков во всех группах. В последующие дни у самок, содержащихся без самцов, он заметно снижался. При подсадке самцов к таким самкам через 10, 15 и 20 дней, хотя выход имаго несколько и увеличивается, но он ниже, у самок, содержащихся постоянно с самцами (табл. 4).

Таблица 4  
Влияние повторного спаривания у блох *C. tesquorum*  
на выход имаго в потомстве

Группа самок	Всего блох в опыте		Выход имаго в потомстве в среднем на 1 самку в день, в зависимости от возраста самок			
	♀♀	♂♂	5-10-суточные	10-15-суточные	15-20-суточные	20-25-суточные
			$3.9 \pm 0.6$	$3.2 \pm 0.6$	$1.8 \pm 0.7$	$3.1 \pm 1.1$
Самки, постоянно содержавшиеся с самцами	360	120	$3.9 \pm 0.6$	$3.2 \pm 0.6$	$1.8 \pm 0.7$	$3.1 \pm 1.1$
Самки, содержавшиеся после спаривания без самцов	1740	580	$3.5 \pm 0.3$	$1.2 \pm 0.3$	$0.9 \pm 0.2$	$0.2 \pm 0.06$
Самки, к которым после первого спаривания самцы подсаживались через 10, 15 и 20 дней	570	190	$3.0 \pm 0.8$	$1.3 \pm 0.5$	$2.1 \pm 0.8$	$1.8 \pm 0.6$

П р и м е ч а н и е. В числителе — число повторностей опыта; в знаменателе — выход имаго в потомстве в среднем на одну самку в день.

Полученные результаты позволяют считать, что у блох указанных видов при повторном их спаривании происходит оплодотворение вновь созревающих яйцеклеток сперматозоидами от очередного спаривания. Об этом свидетельствует обнаружение изотопа в яйцах блох и полученных из них личинках, а также увеличение числа откладываемых яиц при постоянном содержании самок с самцами. Есть основания полагать, что повторное спаривание в первые 10 дней жизни блох в большей степени влияет на увеличение выхода потомства, чем спаривание в последующие дни.

## ВЫВОДЫ

1. Определение повторности спаривания и оплодотворения у блох можно проводить с помощью меченых изотопом аминокислот. Включаясь в состав сперматозоидов, они легко обнаруживаются радиографически в семяприемнике, в отложенных яйцах и отрождающихся из них личинках.
2. Блохи *X. cheopis* и *C. tesquorum* способны откладывать оплодотворенные яйца в течение всего физиологически активного периода без повторного спаривания. Однако постоянное содержание самок с самцами, повторная подсадка самцов способствуют увеличению репродуктивной активности блох.

3. Жизнеспособность отложенных яиц у блох с возрастом не снижается. Однако при отсутствии повторного спаривания репродуктивная активность самок снижается, число отложенных яиц уменьшается, что, по-видимому, связано с истощением запаса спермы в семяприемнике.

## Л и т е р а т у р а

Иоффи И. Г. 1941. Вопросы экологии блох в связи с их эпидемиологическим значением. Пятигорск: 1—116.

Ла Брек и Смит К. 1971. Генетические методы борьбы с вредными насекомыми. Изд. «Колос», М. : 264.

Одум Е. 1968. Экология. Изд. «Мир»: 152.

Викторон Р. А. 1948. Experiments with mice and fleas. Parasitology, 32 : 1—2.

Sutier P. R. 1964. Biologie von Echidnophaga gallinacea (Westw.) und Vergleich mit anderen Verhaltenstypen leei Flöhen. Acta tropica, 21 (3) : 193—238.

---

## DEPENDENCE OF THE REPRODUCTIVE CAPACITY OF FLEAS (APHANIPTERA) ON THE RECURRENCE OF MATING

I. V. Chumakova, F. I. Tovkanev, M. P. Kozlov

### S U M M A R Y

The fleas of *X. cheopis* and *C. tesquorum* were found to be capable of laying eggs during the whole physiological active period without recurrent fertilization. The recurrent mating and fertilization occur in these species of fleas independently of their age and favour the rise in the abundance of their progeny.

---